



**USULAN PROGRAM KREATIVITAS MAHASISWA  
PEMANFAATAN LIMBAH ORGANIK SEKAM PADI  
SEBAGAI KARBON AKTIF TERMODIFIKASI DALAM  
MEDIA PENYIMPANAN HIDROGEN *Fuel Cell***

**BIDANG KEGIATAN:  
PKM PENELITIAN**

**Diusulkan Oleh:**

- |                        |                |
|------------------------|----------------|
| 1. Adhi Prayitno Putro | I 0413003/2013 |
| 2. Breta Riandhika     | I 0511010/2011 |
| 3. Muhammad Ridwan     | I 0511030/2011 |

**UNIVERSITAS SEBELAS MARET  
SURAKARTA  
2015**

**HALAMAN PENGESAHAN**  
**USULAN PROGRAM KREATIVITAS MAHASISWA**

1. Judul Kegiatan : Pemanfaatan Limbah Organik Sekam Padi sebagai Karbon Aktif Termodifikasi dalam Media Penyimpanan Hidrogen *Fuel Cell*.
2. Bidang Kegiatan : PKM-P
3. Ketua pelaksana Kegiatan
  - a. Nama lengkap : Adhi Prayitno Putro
  - b. NIM : I 0413003
  - c. Jurusan : Teknik Mesin
  - d. Perguruan Tinggi : Universitas Sebelas Maret Surakarta
  - e. Alamat Rumah : Pesona Bali Residence Block B5 no. 18 Bandung
  - f. No Telp/ HP : 081214865454
  - g. E-mail : adhipputro@gmail.com
4. Anggota Pelaksana Kegiatan/Penulis: 4 orang
5. Dosen Pembimbing
  - a. Nama Lengkap : Indri Yaningsih, ST, MT
  - b. NIDN : 198607042012122004
  - c. Alamat Rumah : Perum Graha Pesona 2, Jl. Basuki Rahmat, Jati, Jaten, Karanganyar
  - d. No telp/ HP : - / 085728301553
6. Biaya Kegiatan Total
  - a. Dikti : Rp 12.000.000
  - b. Sumber lain : Rp 0
7. Jangka Waktu Pelaksanaan : Bulan ke 1 s/d ke-5, tahun berjalan

Surakarta, 29 September 2015

Menyetujui,  
Wakil Dekan  
Bidang Kemahasiswaan dan Alumni FT UNS

(Dr. Eko Pujiyanto, S.Si, M.T.)  
NIP. 19700612 199702 1 001

Wakil Rektor  
Bidang Kemahasiswaan dan Alumni  
Universitas Sebelas Maret

(Prof. Dr. Ir. Darsono, M.Si)  
NIP. 19660611 199103 1 002

Ketua Pelaksana Kegiatan



(Adhi Prayitno Putro)  
NIM. I 0413003

Dosen Pembimbing



(Indri Yaningsih, ST, MT)  
NIP. 198607042012122004

## DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN .....	i
DAFTAR ISI.....	ii
DAFTAR GAMBAR .....	iii
RINGKASAN .....	iv
BAB 1 PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Perumusan Masalah .....	1
1.3. Tujuan .....	2
1.4. Manfaat .....	2
1.5. Luaran yang diharapkan.....	2
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Hidrogen sebagai Energi Alternatif .....	3
2.2. Teknologi Penyimpanan Hidrogen .....	3
2.3. Proses Adsorpsi Gas Hidrogen .....	4
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	
3.1. Alat dan Bahan Penelitian.....	6
3.2. Skema dan Gambar Alat .....	6
3.3. Metodologi.....	7
3.4. Cara Kerja .....	7
BAB 4 ANGGARAN BIAYA DAN JADWAL KEGIATAN	
4.1. Anggaran Biaya .....	9
4.2. Jadwal Kegiatan .....	9
DAFTAR PUSTAKA. ....	10
LAMPIRAN	

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1. Rangkaian Alat Adsorpsi dan Desorpsi Gas hidrogen pada Karbon Termodifikasi.....	6
Gambar 3.2. Tahapan Penelitian Uji Karakteristik Karbon Termodifikasi.....	7

## RINGKASAN

Penggunaan bahan bakar alternatif dewasa ini semakin mendesak untuk menggantikan bahan bakar minyak bumi (BBM). Berdasarkan data Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, konsumsi BBM masyarakat Indonesia mencapai 56 juta kiloliter, sedangkan produksi nasional BBM hanya sekitar 40,6 juta kiloliter sehingga kita harus mengimpor BBM ([www.esdm.go.id](http://www.esdm.go.id), 2011 ).

Pemanfaatan hidrogen sebagai bahan bakar merupakan salah satu alternatif pemecahan yang dapat dilakukan pasca-BBM. Ada beberapa cara penyimpanan hidrogen yaitu perlakuan fisis melalui kompresi atau liquifikasi, penggunaan logam hidrat, dan penyimpanan secara adsorpsi fisis. Adsorben karbon aktif dapat digunakan sebagai penyerap berbagai macam gas termasuk hidrogen.

Penelitian ini mencoba mengatasi kendala-kendala seperti kapasitas penyimpanan yang rendah dan sukarnya pelepasan gas hidrogen dalam media penyimpanannya dengan menggabungkan pemakaian karbon aktif sebagai media penyerap dan logam transisi sebagai katalisnya.

Penelitian ini diharapkan memperoleh kondisi proses yang optimum untuk menghasilkan karbon termodifikasi. Kondisi proses yang diharapkan berupa waktu dan ratio penambahan senyawa logam transisi ke dalam karbon aktif. Selain itu diharapkan dapat mengidentifikasi karakteristik karbon termodifikasi yang memiliki kapasitas penyimpanan hidrogen besar dengan mempelajari proses adsorpsi maupun desorpsi gas hidrogen di dalam karbon tersebut.

Data-data yang diperoleh pada proses pembuatan karbon termodifikasi maupun pada karakterisasi karbon termodifikasi dapat dijadikan acuan untuk membuat suatu alat penyimpan hidrogen *fuel cell* skala besar.

Dalam penelitian ini, metodologi yang digunakan yaitu menggunakan metode adsorpsi dan desorpsi menggunakan gas hidrogen dengan penambahan katalis logam transisi.

## **BAB 1**

### **PENDAHULUAN**

#### **1.1. Latar Belakang**

Hidrogen memiliki potensi besar menjadi sumber energi alternatif. Salah satu hal yang paling menarik dari penggunaan hidrogen sebagai energi adalah produk pembakarannya. Pada proses pembakarannya, hidrogen tidak menghasilkan polutan atau gas berbahaya seperti *nitrogen oxides*, *sulfur oxides*, *hydrocarbons*, dan *carbon monoxide*, melainkan menghasilkan air (tidak menyebabkan efek pencemaran udara).

Gas hidrogen memiliki kelemahan yaitu mengharuskan penyediaan alat penyimpanan dengan volume yang besar dan tekanan yang tinggi sehingga perlu diperhatikan faktor keamanan dan biaya yang dikeluarkan untuk kompresi gas. Untuk mengatasi masalah penyimpanan *fuel* gas maka dapat dipakai proses penyimpanan gas hidrogen dalam material padat berpori seperti karbon aktif.

Karbon aktif adalah salah satu jenis adsorben yang telah mengalami proses karbonisasi dan aktivasi dari material yang berunsur karbon sehingga memiliki struktur pori dan luas permukaan tinggi. Struktur pori karbon aktif dapat berguna untuk menyerap material dari fasa cair maupun gas. Volume pori yang terbentuk memiliki rentang dari 0.20 sampai 0.60 cm<sup>3</sup>/g dan ada yang mencapai 1 cm<sup>3</sup>/g. Sedangkan untuk luas permukaannya biasanya memiliki rentang dari 50 hingga 2000 m<sup>2</sup>/g. Berdasarkan penelitian-penelitian sebelumnya, karbon aktif memiliki kelemahan yaitu kapasitas penyimpanan yang rendah, < 1 % (Kajiura et.al., 2003; Liu et.al., 2010).

Untuk meningkatkan kapasitas penyimpanan hidrogen, karbon aktif perlu dimodifikasi dengan penambahan katalis berupa senyawa logam transisi (Ni, Cs, atau Zr). Logam transisi memiliki kelebihan yaitu kemampuan mengikat gas hidrogen yang besar tetapi memiliki kelemahan yaitu ikatannya dengan hidrogen terlalu kuat sehingga sukar dilepaskan. Karbon termodifikasi yang merupakan campuran dari karbon aktif dan logam transisi diharapkan dapat mengatasi kelemahan-kelemahan di atas.

#### **1.2. Perumusan Masalah**

- a. Berapa suhu dan kapasitas optimal proses penyimpanan gas hidrogen pada karbon termodifikasi?
- b. Berapa kapasitas dan suhu optimal proses pelepasan gas hidrogen dari karbon termodifikasi?

### 1.3. Tujuan

- a. Mendapatkan suhu dan kapasitas optimal proses penyimpanan gas hidrogen pada karbon termodifikasi.
- b. Mendapatkan kapasitas dan suhu optimal proses pelepasan gas hidrogen dari karbon termodifikasi.

### 1.4. Manfaat

Pengujian pada penelitian ini bisa digunakan untuk mengatasi kendala-kendala seperti kapasitas penyimpanan yang rendah dan sukarnya pelepasan gas hidrogen dalam media penyimpanannya dengan menggabungkan pemakaian karbon aktif sebagai media penyerap dan logam transisi sebagai katalisnya. Hal ini membuat teknologi proses penyimpanan gas hidrogen yang semakin maju akan membuat bangsa Indonesia sejajar dengan bangsa-bangsa lain dalam bidang ilmu pengetahuan dan teknologi. Penguasaan ilmu pengetahuan tersebut juga akan berdampak secara sosial dan ekonomi bagi bangsa Indonesia. Jika penelitian ini dapat direalisasikan, maka akan memperluas peluang penggunaan hidrogen sebagai pengganti BBM. Energi yang dilepaskan setiap kilogram hidrogen sangat tinggi. Hidrogen dapat diperoleh dari berbagai cara termasuk dari bahan yang dapat diperbaharui seperti biomassa dan air. Selain itu, energi hidrogen merupakan energi yang sangat bersih.

### 1.5. Luaran yang diharapkan

Luaran yang diharapkan dari penelitian ini adalah :

- a. Jurnal **Reaktor** dengan nomor akreditasi : SK No. 66b/DIKTI/Kep/2015 dengan nomor ISSN 0852-0798
- b. Jurnal **Ekuilibrium** dengan nomor ISSN 1412-9124
- c. Publikasi ilmiah berupa seminar dan artikel dalam jurnal ilmiah nasional

## BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Hidrogen sebagai Energi Alternatif

Gas hidrogen merupakan alternatif energi untuk masa depan di saat cadangan energi fosil sudah berkurang. Hidrogen memiliki beberapa keunggulan dibandingkan dengan energi fosil :

- a. Hidrogen merupakan energi ramah lingkungan karena hanya menghasilkan air sebagai buangnya.
- b. Panas pembakaran lebih besar (panas pembakaran hidrogen 61100 Btu/lb dibandingkan metana hanya 23879 Btu/lb).

Penggunaan gas hidrogen secara massal dan *mobile* memiliki kendala transportasi. Untuk digunakan secara *mobile* maka gas hidrogen harus dapat disimpan dalam volume yang kecil dan itu berarti gas hidrogen harus disimpan dalam fasa cair dan dengan tekanan yang sangat tinggi. Penyimpanan dengan kondisi tersebut secara ekonomis tidak menguntungkan (alat penyimpan mahal) dan adanya resiko keamanan.

Gas hidrogen secara umum dapat dibuat dengan dua cara, yaitu dengan elektrolisis air menghasilkan gas hidrogen dan oksigen dan dengan *steam reforming* senyawa hidrokarbon menghasilkan hidrogen dan karbon monoksida. Gas hidrogen sebagai energi alternatif dimanfaatkan sebagai bahan bakar motor pembakaran dalam (*fuel gas*) dan sebagai bahan bakar cell (*fuel cell*).

### 2.2. Teknologi Penyimpanan Hidrogen

Ada beberapa teknologi yang dapat dipakai untuk menyimpan gas hidrogen, diantaranya :

#### a. Penyimpanan secara fisis

Hidrogen disimpan dalam bentuk molekul di dalam suatu media. Teknologi yang sudah diterapkan untuk menyimpan gas hidrogen adalah penyimpanan gas hidrogen pada tekanan tinggi (sekitar 350 atm) dan penyimpanan hidrogen dalam bentuk cair pada suhu *cryogenic* (suhu sekitar 20,3 K ). Kedua teknologi ini memiliki faktor resiko yang tinggi terkait dengan kondisi penyimpanan hidrogen (tekanan sangat tinggi dan suhu sangat rendah ).

Untuk mengatasi kendala penyimpanan gas hidrogen, dewasa ini sedang dikembangkan proses penyimpanan gas hidrogen melalui material padat. Departemen Energi USA memberi batas minimum penyimpanan gas hidrogen sebesar 6,5 % berat material agar dapat diterapkan dalam industri otomotif (Hirscher et.al., 2003).

Salah satu material yang dapat dipakai adalah karbon aktif dengan struktur nano. Karbon aktif dapat dipakai untuk menyimpan gas hidrogen melalui proses adsorpsi secara fisis. Kemampuan ini berkaitan dengan berat jenis karbon yang



kecil dan luas permukaan pori yang terdapat di dalam karbon aktif. Danarto et.al. (2010) menunjukkan bahwa aktivasi karbon dari sekam padi dengan larutan KOH dapat meningkatkan luas permukaan pori menjadi sekitar  $118 \text{ m}^2/\text{g}$ , tetapi nilai tersebut masih belum cukup menyimpan hidrogen dalam jumlah besar. Kajiura et.al. (2003) juga menunjukkan bahwa beberapa karbon dengan beberapa struktur nano memiliki kemampuan rendah dalam menyimpan gas hidrogen pada suhu ruangan (0,43 % berat).

#### **b. Penyimpanan secara kimia**

Hidrogen disimpan dalam ikatan kimia dengan material penyimpan. Salah satu material tersebut adalah logam hidrat. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa logam hidrat memiliki kemampuan besar dalam mengikat hidrogen ( $> 6.5$  % berat). Zuttel et.al. (2003) menunjukkan senyawa hidrat  $\text{LiBH}_4$  memiliki densitas gravimetri hidrogen 18,5 % berat dan densitas volumetris hidrogen  $121 \text{ kg H}_2/\text{m}^3$ . Meisner et.al. (2006) mencampur senyawa hidrat  $\text{LiNH}_2$  dengan  $\text{LiBH}_4$ . Campuran tersebut mampu melepaskan lebih dari 10 % berat jika dipanaskan. Kelemahan penyimpanan hidrogen secara kimia dalam logam hidrat adalah kuatnya ikatan hidrogen dalam senyawa sehingga untuk melepaskan gas hidrogen diperlukan suhu yang tinggi dan tekanan yang rendah. Hidrogen terlepas optimal dari senyawa hidrat  $\text{LiBH}_4$  pada suhu sekitar  $400^\circ\text{C}$  dan tekanan 0,1 Mpa (Zuttel et.al., 2003).

Untuk mengatasi kelemahan-kelemahan yang ada pada penyimpanan hidrogen secara fisis dan secara kimia maka dicoba untuk menggabungkan material yang terkait dengan penyimpanan hidrogen secara fisis dengan material yang terkait dengan penyimpanan secara kimia. (Fang et.al., 2010) mencampur  $\text{LiBH}_4$  dengan berbagai macam karbon (grafit, karbon nanotube, karbon aktif) mampu meningkatkan kemampuan pelepasan hidrogen. (Liu et.al., 2009) menggunakan logam Li sebagai bahan doping pada carbon nanotube. Hasil penelitian menunjukkan adanya peningkatan kapasitas penyimpanan hidrogen menjadi 13,45 % berat.

### **2.3. Proses Adsorpsi Gas Hidrogen**

Metode penyimpanan hidrogen dengan menggunakan sistem adsorpsi dalam material karbon dapat dilihat sebagai sebuah proses dengan dua mekanisme yaitu adsorpsi awal dari hidrogen pada permukaan dari adsorben dan mass transfer dari molekul hidrogen masuk ke bagian dalam dari adsorben. Kapasitas adsorpsi sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor yang saling mempengaruhi dan dalam proses yang kompleks, misalnya luas permukaan, ukuran pori, jenis permukaan, komposisi permukaan adsorben dan temperatur serta tekanan kerjanya. Dari parameter-parameter tersebut, ada dua parameter yang cukup penting untuk melihat pengaruh terhadap daya adsorpsinya yaitu struktur pori dan luas permukaan spesifik.

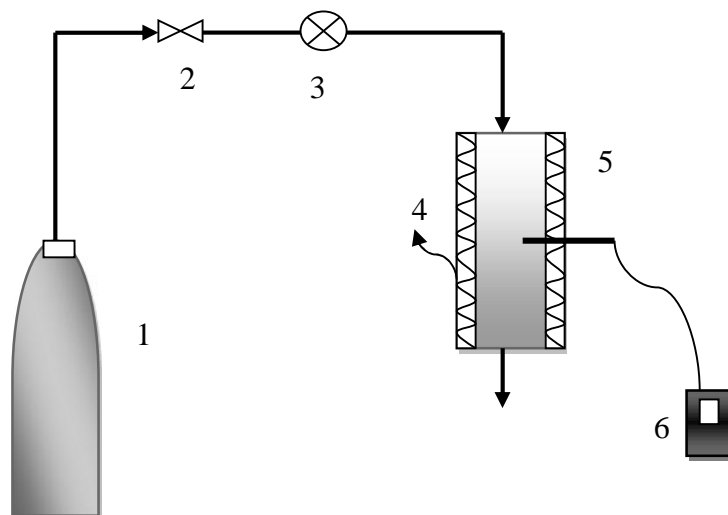
Adsorpsi merupakan suatu peristiwa dimana molekul-molekul dari suatu senyawa terikat oleh permukaan zat padat. Molekul-molekul pada zat padat atau zat cair memiliki gaya dalam keadaan tidak setimbang dimana gaya kohesi cenderung lebih besar daripada gaya adhesi. Ketidaksetimbangan gaya-gaya tersebut menyebabkan zat padat atau zat cair tersebut cenderung menarik zat-zat lain atau gas yang bersentuhan pada permukaannya. Fenomena konsentrasi zat pada permukaan padatan atau cairan disebut fasa teradsorbat atau adsorbat sedangkan zat yang menyerap atau menariknya disebut adsorben.

## BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1. Alat dan Bahan Penelitian

1. Alat yang digunakan :
  - a. Tabung gas hidrogen
  - b. Valve
  - c. Flowmeter
  - d. Kolom fixed bed
  - e. Termokopel
  - f. Elemen pemanas
2. Bahan yang digunakan
  - a. Karbon aktif tremodifikasi
  - b. Gas hidrogen

### 3.2. Skema dan Gambar Alat



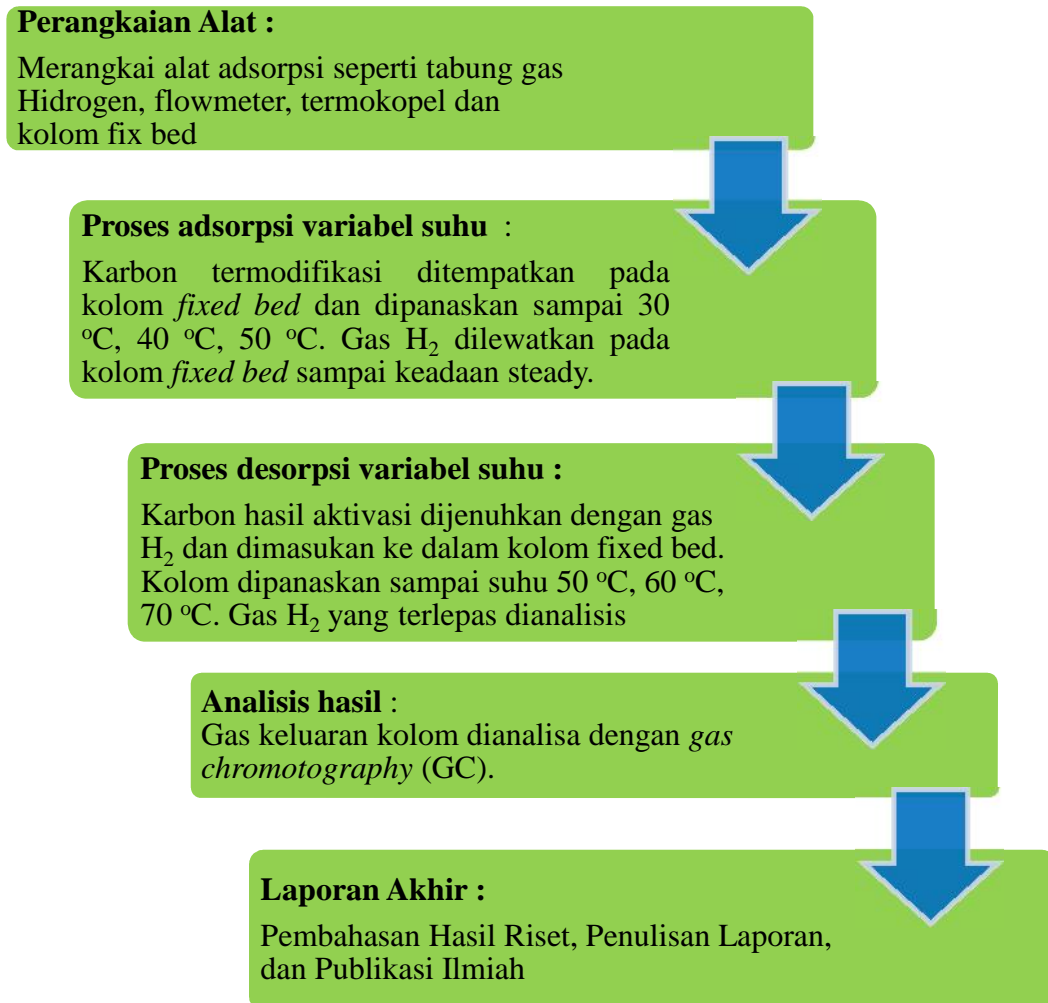
Gambar 3.1. Rangkaian Alat Adsorpsi dan Desorpsi Gas hidrogen pada Karbon Termodifikasi

Keterangan :

1. Tabung gas hidrogen
2. Valve
3. Flowmeter
4. Elemen pemanas
5. Kolom *fixed bed*
6. Termokopel

### 3.3. Metodologi

Penelitian ini dilakukan untuk pengujian karakteristik karbon aktif termodifikasi sebagai media penyimpanan *hidrogen fuel cell*.



Gambar 3.2. Tahapan Penelitian Uji Karakteristik Karbon Termodifikasi

### 3.4. Cara Kerja

#### Adsorpsi hidrogen

1. Menyiapkan alat kolom adsorber, flowmeter, compressor, kran
2. Menghubungkan tabung gas H<sub>2</sub> dengan kolom *fixed bed*
3. Menimbang karbon aktif sebesar 25 gram
4. Memasukkan arang aktif ke dalam kolom *fixed bed* dan memanaskan sampai suhu 30°C
5. Mengalirkan gas H<sub>2</sub> dari dalam tabung gas hidrogensampai keadaan *steady* selama 90 menit

6. Mengambil karbon aktif yang jenuh, kemudian menimbang karbon aktif tersebut
7. Menghitung persentase gas  $H_2$  yang teradsorpsi dalam karbon aktif
8. Mengulangi langkah 4 dengan variasi suhu  $40^\circ C$  dan  $50^\circ C$

**Desorpsi hidrogen**

1. Memasukkan kembali karbon aktif yang telah mengabsorpsi gas  $H_2$  ke dalam kolom *fixed bed*
2. Kemudian karbon aktif dialiri gas  $H_2$  kembali hingga steady
3. Memanaskan kolom fixed bed menggunakan elemen pemanas sampai suhu  $50^\circ C$
4. Menunggu pemanasan yang terjadi selama 60 menit
5. Mengambil karbon aktif yang telah dipanaskan, kemudian menimbang karbon aktif tersebut
6. Menghitung persentase gas  $H_2$  yang telah terdesorpsi dari karbon aktif
7. Mengulangi langkah 3 dengan variasi suhu  $60^\circ C$  dan  $70^\circ C$

Kegiatan	Bulan 1 Minggu ke-				Bulan 2 Minggu ke-				Bulan 3 Minggu ke-				Bulan 4 Minggu ke-				Bulan 5 Minggu ke-			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1. Persiapan																				
a. Pengumpulan bahan baku																				
b. Pengolahan bahan baku																				
2. Pelaksanaan																				
a. Percobaan pendahuluan																				
b. Pengumpulan data																				
3. Penyelesaian																				
a. Pengolahan data																				
b. Diskusi																				
c. Penyusunan laporan																				
d. Penggandaan laporan dan publikasi																				
e. Seminar Penelitian																				

## DAFTAR PUSTAKA

- Antonaku, E.V., Dimitropoulos, V.S., and Lappas, A.A., 2006, "Production and Characterisation of Bio-oil from Catalytic Biomass Pyrolysis", *Thermal Science*, 10(3), 151 – 160
- Danarto, YC., Kuncoro, ND, dan Setiawan, DP, 2009, "Pengaruh Konsentrasi KOH sebagai Activating Agent terhadap Karakteristik Nano Structural Supermicroporous Carbon pada Char Hasil Pirolisis Sekam Padi", *Prosiding Seminar Nasional Pengembangan Teknologi Berbasis Bahan Baku Lokal-LIPI*
- Danarto, Y.C. , Nur, A., Dyartati, E.R., 2007, "Adsorpsi Logam Cr dari Larutan dengan Karbon dari Sekam Padi pada Kolom Unggun Tetap", *Prosiding SemNas Rekaya Kimia & Proses*, hal E-16-1 – E-16-8
- Danarto, YC., Rusdiansjah, Sembodo, B.S.T., Dyartati, E.R., and Distantina, S., 2006, "Kinetika Adsorpsi Limbah Logam Berat dengan Karbon dari Sekam Padi secara Batch", *Laporan Penelitian Dana DIPA UNS 2006*, Jurusan Teknik Kimia FT UNS
- Fang, Z.Z, Kang, X.D., and Wang, P., 2010, "Improved Hidrogen Storage Properties of LiBH<sub>4</sub> by Mechanical Milling with Various Carbon Additives", *International Journal of Hydrogen Storage*, 35, 8247 - 8252
- Gundiah, G., Govindaraj, A., Rajalakshmi, N., Dhathathreyan, K.S., and Rao, C.N.R., 2003, "Hydrogen Storage in Carbon Nanotubes and Related Materials", *J. Matter. Chem.*, 13, 209 – 213
- Hirscher, M., Becher, M., Haluska, M., von Zeppelin, F., Chen, X., Weglikowska, U.D., and Roth, S., 2003, "Are Carbon Nanostructures an Efficient Hydrogen Storage Medium ?", *Journal of Alloys and Compounds*, 356-357, 433 - 437
- Kajiura, H., Tsutsui, S., Kadono, K., Kakuta, M., Ata, M., Murakami, Y, 2003, "Hydrogen Storage Capacity of Commercially Carbon Material at Room Temperature", *Appl. Phys. Lett.*, 82, 1105
- Liu, C., Chen, Y., Wu, C.Z., Xu, S.T., and Cheng, H.M., 2010, "Hydrogen Storage in Carbon Nanotubes Revisited", *Carbon*, 48, 452 – 455
- Liu, W., Zhao, Y.H., Li, Y., Jiang, Q., and Lavernia, E.J., 2009, "Enhanced Hydrogen Storage on Li-Dispersed Carbon Nanotubes", *J.Phys.Chem.C*, 113, 2028 - 2033
- Mahvi, A.H., Maleki, A., and Eslami, A., 2004, "Potential of Rice Husk and Rice Husk Ash for Phenol Removal from Aqueous Systems", *American J. Appl. Sci.*, 1(3), 321-326
- Meisner, G.P., Scullin, M.L., Balogh, M.P., Pinkerton, F.E., and Meyer, M.S., 2006, "Hydrogen Release from Mixture of Lithium Borohydride and Lithium Amide : A Phase Diagram Study", *J.Phys.Chem.B*, 110(9), 4186 - 4192

- Sheth, P.N. and Babu, B.V., 2006, "Kinetic Modelling of the Pyrolysis of Biomass", *Proceedings of National Conference on Environmental Conservation*, 453-458
- Singh, S.K, Mohanty, B.C., and Basu, S., 2002, "Synthesis of SiC from Rice Husk in Plasma Reactor", *Bull. Mater. Sci.*, 25(6), 561 - 563
- Swastawati, F., Romadhon, Susanto, E., dan Arif, E.D., 2006, "Pemanfaatan Limbah Pertanian sebagai Bahan Pengasapan Ikan yang Ramah Lingkungan", *Jurnal Teknik Lingkungan*
- Tang, P.L., Lee, C.K., Low, K.S., and Zainal, Z., 2003, "Sorption of Cr(VI) and Cu(II) in Aqueous Solution by Ethylenediamine Modified Rice Hull", *Environ. Technol.*, 24(10), 1243-1251
- Toda, I., Ono, H., Takahata, T., Ohshio, S., Akasaka, H., Himeno, S., Kokubu, T., and Saitoh, H., 2009, "Hydrogen Storage Property of Nanoporous Carbon Materials Prepared from Rice Husks", *Journal of Solid Mechanics and Materials Engineering*, Vol. 3, No. 12, 1306-1311
- Widowati, S., 2001, "Pemanfaatan Hasil Samping Penggilingan Padi dalam Menunjang Sistem Agroindustri di Pedesaan", *Bulletin AgroBio*, 4(1), 33-38
- Zuttel, A., Rentsch, S., Fischer, P., Wenger, P., Sudan, P., Mauron, Ph., and Emmenegger, Ch., 2003, "Hydrogen Storage Properties of LiBH<sub>4</sub>", Vol. 357-358, 515 – 520
- Zuttel, A., Rentsch, S., Fischer, P., Wenger, P., Sudan, P., Mauron, Ph., and Emmenegger, Ch., 2003, "LiBH<sub>4</sub> a New Hydrogen Storage Material", *J.Power Sources*, 118, 1-7



## Lampiran 1. Biodata Ketua, Anggota Peneliti dan Dosen Pembimbing

### 1. Ketua Pelaksana Kegiatan

#### A. Identitas diri

1	Nama Lengkap	Adhi Prayitno Putro
2	Jenis Kelamin	Laki laki
3	Program Studi	Teknik Mesin
4	NIM	I 0413003
5	Tempat dan Tanggal Lahir	Bandung, 4 Juni 1995
6	E-mail	<a href="mailto:adhipputro@gmail.com">adhipputro@gmail.com</a>
7	Nomor Telepon/Hp	081214865454

#### B. Riwayat Pendidikan

	SD	SMP	SMA
Nama Institusi	SDN Korpri II Bale Endah	SMPN 18 Bandung	SMA Taruna Bakti Bandung
Jurusan			IPA
Tahun Masuk-Lulus	2001 - 2007	2007 - 2010	2010 - 2013

Semua data yang saya isikan dan tercantum dalam biodata ini adalah benar dan dapat dipertanggungjawabkan secara hukum. Apabila dikemudian hari ternyata dijumpai ketidaksesuaian dengan kenyataan, saya sanggup menerima sanksi.

Demikian biodata ini saya buat dengan sebenarnya untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam pengajuan Hibah Program Kreativitas Mahasiswa bidang Penelitian.

Surakarta, 29 September 2015

Ketua Pelaksana Kegiatan,



(Adhi Prayitno Putro)

NIM. I 0413003

## 2. Anggota Pelaksana

### A. Identitas diri

1	Nama Lengkap	Breta Riandhika
2	Jenis Kelamin	Laki-laki
3	Program Studi	Teknik Kimia
4	NIM	I 0511010
5	Tempat dan Tanggal Lahir	Tangerang, 9 Januari 1993
6	E-mail	<u>Breta_riandhika_10@yahoo.co.id</u>
7	Nomor Telepon/Hp	085736906088

### B. Riwayat Pendidikan

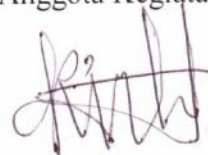
	SD	SMP	SMA
Nama Institusi	SDN 2 Tanjung Sepreh	SMPN 3 Maospati	SMAN 1 Maospati
Jurusan			IPA
Tahun Masuk-Lulus	1999-2005	2005-2008	2008-2011

Semua data yang saya isikan dan tercantum dalam biodata ini adalah benar dan dapat dipertanggungjawabkan secara hukum. Apabila dikemudian hari ternyata dijumpai ketidaksesuaian dengan kenyataan, saya sanggup menerima sanksi.

Demikian biodata ini saya buat dengan sebenarnya untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam pengajuan Hibah Program Kreativitas Mahasiswa bidang Penelitian.

Surakarta, 29 September 2015

Anggota Kegiatan,



(Breta Riandhika)

NIM. I 0511010

### 3. Anggota Pelaksana

#### A. Identitas diri

1	Nama Lengkap	Muhammad Ridwan
2	Jenis Kelamin	Laki-laki
3	Program Studi	Teknik Kimia
4	NIM	I 0511030
5	Tempat dan Tanggal Lahir	Ujungpandang, 14 April 1994
6	E-mail	<a href="mailto:Read1_ghalaz@yahoo.co.id">Read1_ghalaz@yahoo.co.id</a>
7	Nomor Telepon/Hp	08999159224

#### B. Riwayat Pendidikan

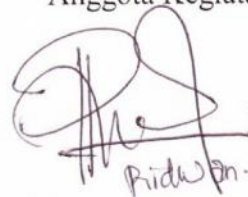
	SD	SMP	SMA
Nama Institusi	SDN Lagoa 02 Pagi	SMP N 30 Jakarta	SMA N 13 Jakarta
Jurusan	-	-	IPA
Tahun Masuk-Lulus	1999-2005	2005-2008	2008-2011

Semua data yang saya isikan dan tercantum dalam biodata ini adalah benar dan dapat dipertanggungjawabkan secara hukum. Apabila dikemudian hari ternyata dijumpai ketidaksesuaian dengan kenyataan, saya sanggup menerima sanksi.

Demikian biodata ini saya buat dengan sebenarnya untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam pengajuan Hibah Program Kreativitas Mahasiswa bidang Penelitian.

Surakarta, 29 September 2015

Anggota Kegiatan,



(Muhammad Ridwan)

NIM. I 0511030

#### 4. Biodata Dosen Pembimbing

Nama : Indri Yaningsih, ST, MT  
NIP : 198607042012122004  
Tempat dan Tanggal Lahir : Kebumen, 4 Juli 1986  
Jenis Kelamin : Perempuan ☒  
Agama : Islam  
Golongan / Pangkat : IIIb / Penata Muda Tingkat I  
Jabatan Akademik : Asisten Ahli  
Perguruan Tinggi : Universitas Sebelas Maret, Surakarta  
Alamat : Jl. Ir. Sutami No 36A Ketingan, Surakarta  
57126  
Telp./Faks. : (0271) 632163 / (0271) 632163  
Alamat Rumah : Perum Graha Pesona 2, Jl. Basuki Rahmat, Jati,  
Jaten, Karanganyar  
Telp./HP : - / 085728301553  
Alamat e-mail : [indri\\_mesinuns@yahoo.com](mailto:indri_mesinuns@yahoo.com),  
[indriyaningsih@staff.uns.ac.id](mailto:indriyaningsih@staff.uns.ac.id)

#### RIWAYAT PENDIDIKAN PERGURUAN TINGGI

Tahun Lulus	Program Pendidikan (diploma,sarjana,magister,spesialis, dan doktor)	Perguruan Tinggi	Jurusan/ Bidang Studi
2010	S1 (Sarjana)	Universitas Sebelas Maret (UNS)	Teknik Mesin/Konversi Energi
2012	S2 (Master)	Universitas Sebelas Maret (UNS)	Teknik Mesin/Konversi Energi

#### PELATIHAN PROFESIONAL

Tahun	Jenis Pelatihan ( Dalam/ Luar Negeri)	Penyelenggara	Jangka Waktu
2013	Pelatihan Program Peningkatan Keterampilan Dasar Teknik Instruksional – Applied Approach (PEKERTI – AA )	UNS	7 hari
2013	Pendidikan dan Pelatihan PRAJABNAS	Lembaga Administrasi Negara	24 hari



	Pelatihan PRAJABNAS	Negara	
2013	Pelatihan Metodologi Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat Bagi Dosen di Lingkungan UNS	UNS	1 hari
2013	Evaluasi Kinerja Unit Konseling Fakultas dalam Pembimbingan Mahasiswa	UNS	1 hari
2013	Training of Using SCOPUS to Search Articles	UNS	1 hari

#### JABATAN DALAM PENGELOLAAN INSTITUSI

Peran/Jabatan	Institusi( Univ,Fak,Jurusan,Lab,studio,Manajemen Sistem Informasi Akademik dll)	Tahun....sd....
Penyunting PelaksanaJurnal Ilmiah Mekanika	Fakultas Teknik UNS	2012 - sekarang
Anggota Tim Penyusunan Kurikulum S1 Teknik Mesin	Jurusan Teknik Mesin UNS FT UNS	2015 - sekarang
Koordinator Proyek Akhir dan Kerja Praktek	Jurusan Teknik Mesin UNS FT UNS	2015 - sekarang

Saya menyatakan bahwa semua keterangan dalam *Curriculum Vitae* ini adalah benar dan apabila terdapat kesalahan, saya bersedia mempertanggungjawabkannya.

Surakarta, 29 September 2015

*Nej*

Indri Yaningsih, S.T., M.T.  
NIP. 19860704 201212 2 004

## Lampiran 2. Justifikasi Anggaran Kegiatan

No.	Uraian	Satuan	Jumlah	Harga satuan (Rp)	Jumlah harga (Rp)
1.	Peralatan Penunjang				
	a. Tabung Gas Hidrogen	buah	1	1.500.000	1.500.000
	b. Valve	buah	1	50.000	50.000
	c. Pipa penghubung	meter	8	50.000	400.000
	d. Kolom <i>Fixed Bed</i>	buah	1	500.000	500.000
	e. Termokopel	buah	1	150.000	150.000
	f. Elemen pemanas	buah	1	300.000	400.000
2	Bahan Habis Pakai				
	a. Sekam padi	kg	6	5.000	30.000
	b. KOH	kg	3	40.000	120.000
	c. Katalis Ni-asetat	gram	100	15.000	1.500.000
	d. Gas Hidrogen	liter	20	40.000	1.200.000
	e. Uji SEM	uji	1	750.000	750.000
	f. Uji BET	uji	3	200.000	600.000
3	Perjalanan				
	a. Pembelian Bahan Baku	km	100	10.000	1.000.000
	b. Pengujian sampel	km	50	10.000	500.000
	c. Seminar	km	100	15.000	1.500.000
4	Lain-lain				
	Konsumsi Seminar	paket	40	4.000	160.000
	Penggandaan makalah	eks	40	5.000	200.000
	Seminar <i>kit</i>	paket	40	7.500	300.000
	Survei bahan	-	2	100.000	200.000
	Perizinan penggunaan Laboratorium	-	3	100.000	300.000
	Dokumentasi	set	1	80.000	80.000
	Publikasi artikel ilmiah	-	1	300.000	300.000
	Kertas HVS	rim	3	30.000	90.000
	Tinta <i>printer</i>	botol	3	30.000	90.000
	Alat tulis	set	5	10.000	50.000
	Penggandaan proposal	eks	6	5.000	30.000
	<b>Total biaya</b>				<b>12.000.000</b>

**Lampiran 3. Susunan Organisasi Tim Kegiatan dan Pembagian Tugas**

No	Nama / NIM	Program Studi	Bidang Ilmu	Alokasi Waktu (jam / minggu)	Uraian Tugas
1	Adhi Prayitno Putro / I0413003	Teknik Mesin	Teknik Mesin	15	Mengatur dan mengontrol pelaksanaan kegiatan dan menjalankan penelitian
2	Breta Riandhika / I0511010	Teknik Kimia	Teknik Kimia	15	Mencari bahan yang dibutuhkan dan menjalankan penelitian
3	Muhammad Ridwan / I0511030	Teknik Kimia	Teknik Kimia	15	Mencatat hasil pelaksanaan dan menjalankan penelitian



## KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN

### UNIVERSITAS SEBELAS MARET

Jalan Ir. Sutami 36 AKentingan, Surakarta 57126

Telp. : 646994 636895. Fax. 646655

Website UNS : <http://www.uns.ac.id>

#### Lampiran 4. Surat Pernyataan Ketua Peneliti

#### SURAT PERNYATAAN KETUA PENELITIAN

Saya yang menandatangani Surat Pernyataan ini:

Nama : Adhi Prayitno Putro  
NIM : I0413003  
Program Studi : Teknik Mesin  
Fakultas : Teknik

Dengan ini menyatakan bahwa usulan PKM-Penelitian saya dengan judul: **Pemanfaatan Limbah Organik Sekam Padi sebagai Karbon Aktif Termomodifikasi dalam Media Penyimpanan Hidrogen Fuel Cell** yang diusulkan untuk tahun anggaran 2016 bersifat orisinil dan belum pernah dibiayai oleh lembaga atau sumber dana lain.

Bilamana di kemudian hari ditemukan ketidaksesuaian dengan pernyataan ini, maka saya bersedia dituntut dan diproses sesuai dengan ketentuan yang berlaku dan mengembalikan seluruh biaya penelitian yang sudah diterima ke kas negara.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sesungguhnya dan dengan sebenar-benarnya.

Surakarta, 29 September 2015

Yang Menyatakan

Mengetahui,

Wakil Rektor III

Bidang Kemahasiswaan dan Alumni

Universitas Sebelas Maret



Prof. Dr. Ir. Darsono, M.Si.  
NIP. 196606111991031002



Adhi Prayitno Putro  
NIM. I0413003